

MOVPE 成長 Si ドープ n 型 GaN の電気特性における貫通転位の影響

Impact of Threading Dislocations on Electrical Properties of MOVPE-grown n-type GaN

○(M2)澤田 直暉¹, 成田 哲生², 上杉 勉², 加地 徹³, 堀田 昌宏¹, 須田 淳¹(京大院工¹, 豊田中研², 名大³)○N. Sawada¹, T. Narita², T. Uesugi², T. Kachi³, M. Horita¹, J. Suda¹(Dept. of Electron. Sci. & Eng., Kyoto Univ.¹, TOYOTA Central R&D Labs.², Nagoya Univ.³)

E-mail: sawada@semicon.kuee.kyoto-u.ac.jp

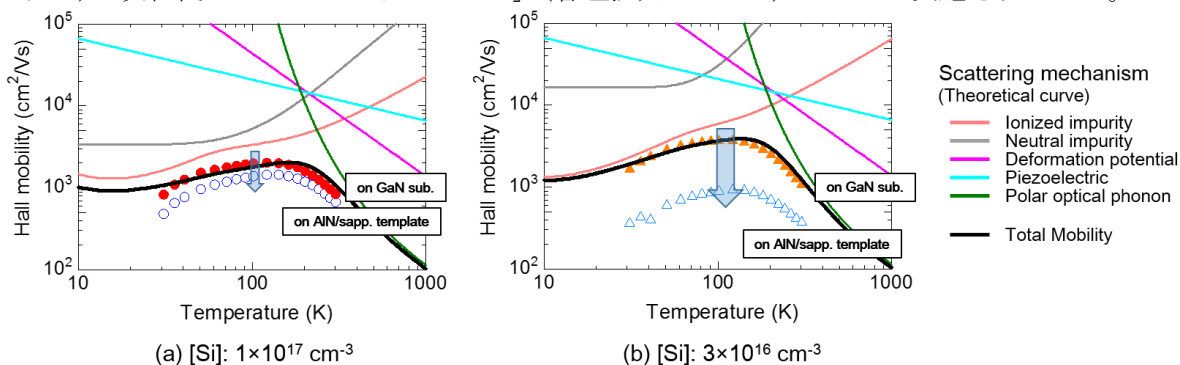
【はじめに】貫通転位は電気特性に大きな影響を与えるため、その影響について検討することは非常に重要である。我々はこれまで、GaN 基板上 Si ドープ n-GaN 層の電気特性を Hall 効果測定により評価し、Si 濃度 ([Si]) が 10^{16} cm^{-3} 台の n-GaN 層では移動度における転位散乱の影響は無視できるほど小さいことを報告した[1]。本研究では、貫通転位がキャリア密度や移動度に与える影響をより明確にするため、サファイア基板 AlN テンプレート (以下、AlN/sapp.テンプレート) 上に MOVPE 成長した Si ドープ n 型 GaN 層の Hall 効果測定を行い、同時に成長した GaN 基板上 n-GaN 層の Hall 効果測定結果と比較、考察したのでこれを報告する。

【実験】基板として半絶縁性 Fe ドープ GaN(0001) 基板と AlN/sapp.テンプレートを用意し、MOVPE 成長炉に同時に入れて、C ドープ高抵抗 GaN 層 ($2 \mu\text{m}$)、Si ドープ n-GaN 層 ($2 \mu\text{m}$) を順次成長した。n-GaN 層中の [Si] が異なる 2 系統の試料を作製し、GaN 基板上試料の SIMS 分析によって [Si] はそれぞれ 1×10^{17} , $3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ であることを確認している。CL および XRC 測定により貫通転位密度を求めたところ、GaN 基板上試料は $3 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$ 、AlN/sapp.テンプレート上試料は $1 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}$ であった。試料を正方形に切り出し、Ti/Al オーミック電極を形成して、30~300 K の温度範囲で Hall 効果測定を行った。

【結果】Hall 効果測定によって得られたキャリア密度の温度依存性から、両基板上試料の結果はほぼ一致し、基板の違いによるドナー密度の差は小さいことを確認した。Fig.1 に各試料の Hall 移動度の温度依存性を示す。図中の実線は様々な散乱機構 (転位散乱は考慮していない) の理論曲線である。GaN 基板上試料の移動度は理論曲線 (黒線の Total Mobility) とよく一致し、低温域では不純物散乱、高温域では極性光学フォノン散乱により支配されていることがわかる。一方、AlN/sapp.テンプレート上試料については、全温度領域で GaN 基板上試料よりも移動度が低下しており、これは転位散乱の影響だと考えられる。また、その低下幅は [Si] が $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ の試料よりも $3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ の試料の方が大きく、貫通転位の影響は低ドープになるほど顕著になることが見て取れる。

[1]澤田直暉他, 信学技報, Vol.115, No. 329 (2015) 27

【謝辞】本研究は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP (戦略的イノベーション創造プログラム) 「次世代パワーエレクトロニクス」(管理法人: NEDO) によって実施されました。

Fig.1 Temperature dependence of Hall mobility; (a) [Si]: $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$, (b) [Si]: $3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$